

Lisa MONNIER

Elaboration de masques polymères pour la localisation du silicium poreux

Résumé :

Ces travaux portent sur la localisation de la gravure du silicium au moyen de masques polymères résistants à l'acide fluorhydrique, indispensable à la formation du silicium poreux par gravure électrochimique ou par gravure chimique catalysée par métal (MaCE). Pour ce faire, nous avons exploré une méthode d'élaboration des masques « tout-chimie » : la séparation de phases induite par évaporation du solvant (SPIES) dans un mélange de polymères déposé par spin-coating suivie d'une extraction sélective. L'objectif est de réaliser des masques de gravure du silicium sans avoir recours à une étape plasma et présentant des ouvertures sub-micrométriques.

Cette méthode bien que rapide et facile à mettre en œuvre, met en compétition des phénomènes thermodynamiques et cinétiques complexes déterminant la morphologie finale (*i.e.* après séchage) des films polymères. La compréhension des mécanismes mis en jeu et le choix judicieux des paramètres expérimentaux ont permis de réaliser des matrices polymères perforées régulièrement mais également des domaines discrets avec des dimensions sub-micrométriques.

Des gravures électrochimiques du silicium ont été réalisées à travers ces masques en optimisant la densité de courant et la composition de l'électrolyte. Le caractère protecteur des masques a été évalué et a mis en évidence le fait que la séparation de phases secondaire inhérente à la méthode de structuration des masques, peut créer des chemins de percolation que peut emprunter l'électrolyte et le courant électrique et réduire l'imperméabilité du masque. Bien que le caractère protecteur des masques soit limité pour la gravure électrochimique, ils se révèlent prometteurs pour la formation de silicium poreux par MaCE. Ce procédé a été mis en œuvre par argent et par or au travers des masques et a permis de structurer des micro-colonnes et des micro-piliers ouvrant la méthode SPIES à de nouvelles applications.

Mots clés : chimie des matériaux, polymère, film mince, gravure électrochimique du silicium, gravure chimique du silicium catalysée par métal

Elaboration of polymer masks for the localisation of porous silicon

Summary:

This work deals with the localisation of silicon etching by using polymer masks resistant to hydrofluoric acid, which is indispensable for the formation of porous silicon by electrochemical etching or metal-assisted chemical etching (MaCE). For this purpose, we explored for producing "all-chemical" masks: solvent evaporation-induced phases separation (SEIPS) in a spin-coated polymer blend followed by selective extraction. The main objective is to produce silicon etching masks without the need for a plasma step with sub-micrometre apertures.

Although this method is quick and easy to implement, it involves complex thermodynamic and kinetic phenomena in competition that determine the final morphology (*i.e.* after drying) of the polymer films. By understanding the mechanisms involved and choosing the right experimental parameters, we were able to produce regularly perforated polymer matrices as well as discrete domains with sub-micrometric dimensions.

Electrochemical etchings of silicon were performed through these masks by optimising current density and electrolyte composition. The protective property was assessed, highlighting the fact that the secondary phase separation, inherent in the mask structuring method, can create percolation paths. The electrolyte and the electric current can flow through those percolation paths, reducing the impermeability of the mask. Although the protective property of the masks is limited for electrochemical etching, they are promising for the formation of porous silicon by MaCE. The process has been implemented using silver and gold through the masks and enables micro-columns and micro-pillars to be structured, opening up the SPIES method new applications.

Keywords: materials chemistry, polymer, thin film, electrochemical silicon etching, metal-assisted chemical etching of silicon



ICMN - UMR 7374 CNRS - Université d'Orléans,
1b rue de la Ferollerie - CS 40059 - 45071 Orléans Cédex – France



GREMAN - UMR 7347 CNRS - Université de Tours,
10 rue Thalès de Milet - CS 97155 - 37071 Tours Cedex 2 - France

